

**FUEL CELL**

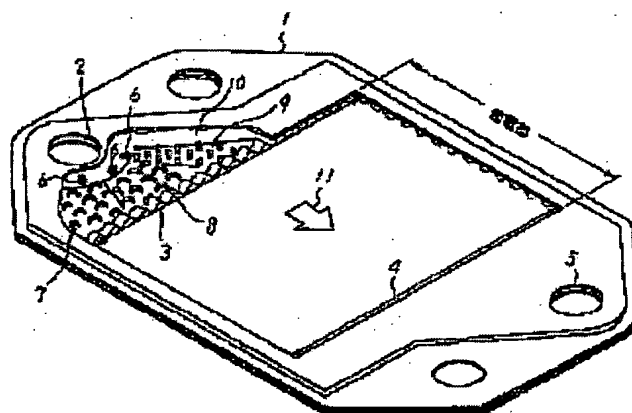
**Publication number:** JP6267559  
**Publication date:** 1994-09-22  
**Inventor:** HIRATA HARUHIKO  
**Applicant:** TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO  
**Classification:**  
- **International:** **H01M8/02; H01M8/02; (IPC1-7): H01M8/02**  
- **European:** H01M8/02C  
**Application number:** JP19930054395 19930315  
**Priority number(s):** JP19930054395 19930315

Report a data error here

**Abstract of JP6267559**

**PURPOSE:** To obtain a fuel cell which can make even the gas flow distribution at the electromotive member of a single cell, and can improve the power generating property.

**CONSTITUTION:** A gas flowing-in passage 2 to feed the gas to the electromotive member of a single cell, and a gas flowing-out passage 5 to exhaust the gas from the electromotive member are provided. And at least to one side of the gas flowing-in passage 2 or the gas flowing-out passage 5, flow passage resistance members 7, 8, and 9 are provided to make the pressure distribution of the gas almost even, about in the vertical direction to the gas flowing directions 6, at the gas inlet part 3 or the gas outlet part 4.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-267559

(43)公開日 平成6年(1994)9月22日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 M 8/02

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

R 8821-4K

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平5-54395

(22)出願日

平成5年(1993)3月15日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 平田 東彦

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

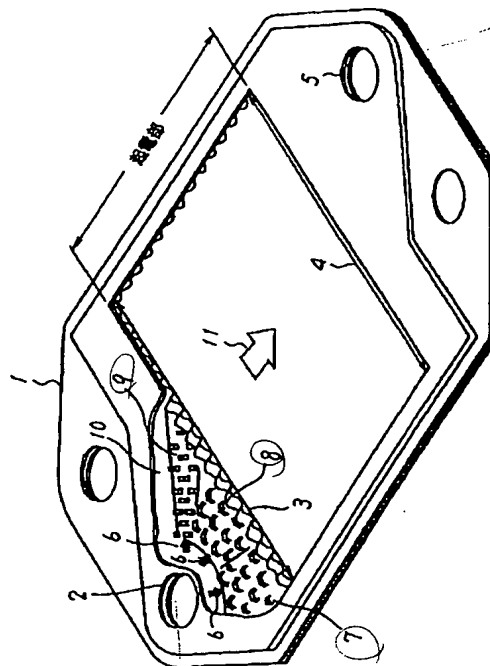
(74)代理人 弁理士 則近 憲佑

(54)【発明の名称】 燃料電池

(57)【要約】

【目的】 単電池の起電部におけるガス流量分布を均一化し、発電性能の向上が可能な燃料電池を提供する。

【構成】 単電池の起電部にガスの供給を行うためのガス流入路2と、前記起電部からガスの排出を行うためのガス流出路5とを備え、前記ガス流入路2あるいは前記ガス流出路5の少なくとも一方に、前記起電部のガス入口部分3あるいは出口部分4において前記ガスの流れ方向6に対してほぼ垂直方向に関して前記ガスの圧力分布をほぼ均一化させるように流路抵抗部材7、8、9を配設したことを特徴としている。



6 7 1 1 0

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】単電池の起電部にガスの供給を行うためのガス流入路と、前記起電部からガスの排出を行うためのガス流出路とを備え、前記ガス流入路あるいは前記ガス流出路の少なくとも一方に、前記起電部のガス入口部分あるいは出口部分において前記ガスの流れ方向に対してほぼ垂直方向に関して前記ガスの圧力分布をほぼ均一化させるように流路抵抗を設定したことを特徴とする燃料電池。

【請求項2】単電池の起電部にガスを供給し前記起電部内を通して前記ガスの排出を行うガス流路を備え、前記起電部内の前記ガス流路に、前記ガスの流れ方向に対してほぼ垂直方向に関して前記ガスの圧力分布をほぼ均一化させるように流路抵抗を設定したことを特徴とする燃料電池。

【請求項3】前記流路抵抗の設定は、前記ガス流入路あるいは前記ガス流出路、あるいは前記起電部内の前記ガス流路のうち、少なくともいずれか一箇所の流路に、流路抵抗部材を配設することにより設定されたものであることを特徴とする請求項1あるいは請求項2に記載の燃料電池。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、化学エネルギーを電気エネルギーに変換する燃料電池に係わり、特にそのガス流路内のガス流れの均一化の改善を図った燃料電池に関する。

## 【0002】

【従来の技術】燃料電池は、燃料および酸化剤のもつ化学ポテンシャルと、それらの反応物の有する化学ポテンシャルとの差のうちのギブス自由エネルギー分を直接電気エネルギーに変換するシステムである。そして、燃料、酸化剤の反応は、電解質とこの電解質をはさんで位置する2つの電極からなる単電池の両電極にそれぞれ、燃料、酸化剤を接触させ、電解質中のイオンの移動を仲立ちとした電池反応によって進められ、電解質内部のイオンの流れが電池外部で電流として取り出される。

【0003】しかし、このような単電池で得られる電圧は高々1Vにも満たない値のため、燃料電池システムとしては、単電池を積層して出力電圧を高める方法がとられている。

【0004】一般に、燃料電池発電システムにおいては、大容量化のために単電池面積の増大と、積層数の増加が図られる傾向にあり、現状、単電池面積は1m×1m程度、積層数は数十～百程度となっている。

【0005】図16および図17に、単電池を積層した従来の燃料電池の例を示す。図16は積層の様子を示す分解斜視図で、図17は同図のA矢視方向の断面図である。この従来の燃料電池においては、ガスの供給は単電池の積層方向と、単電池面内方向について行う必要が

あり、積層方向にはマニホールドリリング213、単電池面内方向にはセパレータ214のガス流路によってガス供給が行われる。この単電池面内方向へのガス流の様子を図18に示す。

【0006】マニホールドリリングの径は単電池の一辺の寸法に対して小さいため、セパレータガス流路のマニホールドリリングにつながるガス流入部302から単電池までのガス流路310は流れにしたがって断面積の増加する拡大流路となる。一般に、このような拡大流路においては、たとえその流入部302において断面方向に一樣な流速分布が得られたとしても、拡大部下流で断面方向に一樣流速分布を得ることは難しく、結果的に単電池の起電部流入部303に流入するガスの流量はその辺上の位置によって一樣ではないものとなる。

【0007】また、単電池の起電部からガス流出部305までのガス流路311は流れにしたがって断面積の減少する縮小流路となる。一般に、このような縮小流路においては、たとえその流出部において断面方向に一樣な圧力が得られたとしても、縮小部上流で断面方向に一樣な流速分布を得ることは難しく、結果的に単電池の起電部流出部304から流出するガスの流量はその辺上の位置によって一樣ではないものとなる。

【0008】単電池起電部におけるガスの流動状態は電池性能に大きく影響することが知られており、例えば、単電池のガス流入部においてガス流量が他の部位より少ない部位においてはその下流では十分な電流の取り出しが行えず、また、ガスによる単電池の冷却も十分に行えない。したがって、単電池面内における、電流密度の分布、あるいは温度の分布が大きくなり、結果的に燃料電池の性能を低下させる。

【0009】また、単電池のガス流出部においてガス流量が他の部位より少ない部位においてはその上流のガス流量が低下するため、十分な電流の取り出しが行えず、また、ガスによる単電池の冷却も十分に行えないため、結果的に燃料電池の性能を低下させる。さらに、単電池面内における、電流密度の分布、あるいは温度の分布が大きくなることは、燃料電池の寿命にも悪影響を及ぼす。

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】上記のように、従来の燃料電池においては、単電池起電部のガス流量が不均一になることにより、燃料電池の性能が低下するという問題点があった。この発明は上記問題点に着目してなされたもので、単電池起電部のガス流量を均一化し、発電性能の向上が可能な燃料電池の提供を目的とする。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、第1の発明の燃料電池は、単電池の起電部にガスの供給を行うためのガス流入路と、前記起電部からガスの排出を行うためのガス流出路とを備え、前記ガス流入

路あるいは前記ガス流出路の少なくとも一方に、前記起電部のガス入口部分あるいは出口部分において前記ガスの流れ方向に対してほぼ垂直方向に関して前記ガスの圧力分布をほぼ均一化させるように流路抵抗を設定したことを特徴としている。

【0012】また、第2の発明の燃料電池は、単電池の起電部にガスを供給し前記起電部内を通して前記ガスの排出を行うガス流路を備え、前記起電部内の前記ガス流路に、前記ガスの流れ方向に対してほぼ垂直方向に関して前記ガスの圧力分布をほぼ均一化させるように流路抵抗を設定したことを特徴としている。

【0013】

【作用】このように構成された、第1の発明の燃料電池においては、ガス流入路（ガス流入部）、あるいはガス流出路（ガス流出部）の少なくとも一方において、起電部のガス入口部分あるいは出口部分において前記ガスの流れ方向に対してほぼ垂直方向に関して前記ガスの圧力分布をほぼ均一化させるように流路抵抗を設定した（流路抵抗部材を配設した）ことにより、拡大流路を流れるガス流の流量はそのいずれの断面においてもほぼ均一化され、単電池起電部に流入するガス流量、あるいは流出するガス流量はほぼ均一化される。

【0014】これによって、単電池起電部を流れるガスの流量はいずれの部位においてもほぼ均一化され、流量不均一による燃料電池の性能低下を生じることなく、高い性能を維持することができる。

【0015】また、第2の発明の燃料電池においては、起電部内のガス流路に、ガスの流れ方向に対してほぼ垂直方向に関して前記ガスの圧力分布をほぼ均一化させるように流路抵抗を設定した（流路抵抗部材を配設した）ことによって、単電池起電部を流れるガスの流量はいずれの部位においてもほぼ均一化され、流量不均一による燃料電池の性能低下を生じることなく、高い性能を維持することができる。

【0016】

【実施例】以下、図面に基いて、本発明の燃料電池の一実施例を説明する。

【第1の発明】まず、第1の発明について第1乃至第4の実施例および変形例について図1乃至図14を参照して説明する。

（第1実施例）図1は、第1の発明の第1実施例の燃料電池に係わるセパレータの概略構成を示す斜視図で、図2はこのセパレータを用いて、単電池を積層した様子を示すための断面図である。

【0017】この第1実施例に係る構成の燃料電池では、マニホールド（図示省略）を通して供給されるガスは、図中矢印6で示すようにマニホールドリング25を介して各セパレータ1に分配供給される。そして、このセパレータ1に供給されたガスは、単電池27を構成する電極23へ各セパレータ1内のガス流路を、ガス流入

部2、起電部流入部3、起電部、起電部流出部4、ガス流出部5の順に流れることによって供給・排出される。ここで、マニホールドリング25の径は、単電池27の一边の長さと比較してかなり小さく設定されているため、ガス流入部2から、起電部流入部3へ至るガス流路10は、流れにしたがって漸次流路断面積が増加する拡大流路となっている。

【0018】第1の発明の第1実施例に係る燃料電池では、流路抵抗部材の一例として、ガス流路10に台形フィン群7、8、9が配置されている。ここで台形フィン群7、8、9はより具体的には、図3に示すような構成をしている。すなわち、多数の板状の台形フィン31がほぼ千鳥状に配列され、ガスは台形フィン31の内部および互いの間を流れるように構成されている。

【0019】本発明者の実験によれば、このような台形フィン31では、その配列の方向に対するガスの流れの方向によって、流路抵抗が異なり、図3に示すガスの流れ方向角度 $\theta$ が0度のとき、図4に示すように摩擦係数すなわち流路抵抗が最も小さく、角度 $\theta$ が60度のとき流路抵抗が最も大きくなる。なお、図4は、横軸にレイノルズ数、縦軸に摩擦係数を示して、上記角度 $\theta$ について、0、30、45、60、90度の各々の場合についての本発明者による実験データを示したものである。

【0020】この図4から理解できることは、台形フィン31では、ガスの流れ方向角度 $\theta$ が0度と60度の時とでは、流路抵抗の差を約3倍程度と大きく変化させることができるということである。

【0021】次に図5は、台形フィン群7、8、9の各々の配置の様子を示す図で、ガス流入部2から起電部流入部3に至るガス流路10では、図中矢印6で示すガスの流れの方向に対して概ね垂直な方向の断面において、台形フィンの配置された部分と、台形フィンの配置されていない部分とが形成されている。また、矢印6で示すガスの流れの方向に対する台形フィン配列の角度は、台形フィン群7では0度、台形フィン群8では60度、台形フィン群9では0度となっており、ガスの流れに対する流路抵抗の大きさは、台形フィン群8が最も大きく、次に台形フィン群7および9、そして台形フィンのない部分が最も小さくなっている。

【0022】そして、上記のような台形フィン群7、8、9の各々の配置は、起電部流入部においてガスの圧力がほぼ一定となるように配置されている。このように、矢印6で示したガスの流れ方向に対して概ね垂直な方向において、起電部流入部においてガスの圧力がほぼ一定となるように、流路抵抗を変化させた本実施例のガス流路10におけるガスの流れの様子を、汎用流体解析コードを用いてシミュレーションした結果を図6に示す。また、比較のために、台形フィン群7、8、9を配置せず、流路抵抗を変化させない従来例のシミュレーション結果を図7に示す。

【0023】両図は、ガス流路における等圧力線を示すもので、流路断面積の変化しない領域では、等圧線がほぼ平行に近く並び、そして等圧線が整っているほど断面上の流量分布も少ないことを示している。流路抵抗を変化させない従来例の図7の場合には、起電部流入部付近の等圧線71は、起電部の等圧線72に対して平行にはならず、起電部流入部においてガス流量に分布があることを示している。一方図6に示すように、ガスの流れ方向に対して概ね垂直な方向において、起電部流入部においてガスの圧力がほぼ一定となるように流路抵抗を変化

させた本実施例の場合には、確かに、起電部流入部付近の等圧線61もほぼ起電部の等圧線62に平行となり、起電部流入部においてガス流量の分布が小さくなっており、台形フィン群を設けた効果が明瞭に理解できる。

【0024】さらに本第1実施例と従来例との差を、起電部流入部断面において、流速分布の標準偏差を自乗平均の平方根で規準化して定義した偏流率によって示すと、従来例では25%であるのに対して、本実施例では5.8%と、流量分布はほぼ1/5に抑えられており、この事実からも本発明が流量分布の均一化に極めて有効

であることが明らかである。

(第2実施例)図8は、第1の発明の燃料電池の第2実施例に係わるセバレータ部分に配置される台形フィン群の配置図である。

【0025】この第2実施例では、台形フィン群87、88、89は、各々起電部流出部4と流出部5との間の縮小流路80に配置されている。これら台形フィン群87、88、89は、第1実施例で示した台形フィン群7、8、9と機能的には同等のものであり、ガスの流れ方向に対して概ね垂直な方向の断面において、台形フィンの配置された部分と、台形フィンの配置されていない部分とが形成されている。また、ガスの流れ方向に対する台形フィン配列の角度は、台形フィン群87では0度、台形フィン群88では60度、台形フィン群89では0度となっており、ガスの流れに対する流路抵抗の大きさは、台形フィン群88が最も大きく、次に台形フィン群87および89、そして台形フィンのない部分が最も小さくなっている。

【0026】そして、上記のような台形フィン群87、88、89の各々の配置は、起電部流出部4においてガスの圧力がほぼ一定となるように配置されている。したがって、このような台形フィン群87、88、89の配置によって、起電部流出部4の上流のガス流量が均一化される。

(第3実施例)図9は、第1の発明の燃料電池の第3実施例に係わるセバレータ部分に配置される台形フィン群の配置図である。

【0027】第3実施例の構成は、先に説明した第1実施例と第2実施例とを組合わせた構成に相当し、台形フィン群7、8、9が流入部2と起電部流入部3との間の

拡大流路10に配置され、台形フィン群87、88、89は、起電部流出部4と流出部5との間の縮小流路80に各々配置される。このような台形フィン群の配置によって、起電部流入部3の下流、および起電部流出部4の上流のガス流量が均一化され、結果的に起電部全域でガス流量が均一化される。

【0028】この第3実施例の構成について、ガス流路の流れの様子を、汎用流体解析コードを用いてシミュレーションした結果の等圧線図を図10に示す。起電部流入部付近の等圧線101、および起電部流出部の等圧線103ともに、ほぼ起電部の等圧線102と平行になり、起電部流入部および、起電部流出部において共にガス流量の分布が小さいことが分かる。さらに本第3実施例と従来例との差を、前述の偏流率によって示すと、従来例の25%に対して、本第3実施例では起電部流入部で4.6%、起電部流出部で8.6%と、流量分布は起電部全域でほぼ1/5~1/3に抑えられている。

(第4実施例)図11は、第1の発明の燃料電池の第4実施例に係わるセバレータ部分に配置される台形フィン群の配置図である。

【0029】第4実施例の構成では、台形フィン群117は、流入部2と起電部流入部3との間の拡大流路110に配置される。第1~第3の実施例では台形フィン群をガスの流れ方向に対してほぼ垂直方向に3分割して配置していたのに対し、本第4実施例では分割しない構成で台形フィン群117を配置している。

【0030】図中矢印111、112、113で示すガスの流れ方向に対する台形フィン群117の配列の角度は、それぞれ約0度、45度、90度となり、台形フィン群を分割して配置した上述の第1~第3実施例とほぼ同様な角度配置となる。このため、流れに垂直な方向の流路抵抗の分布も第1の実施例の場合とほぼ同様となるため、起電部流入部でのガス流量の均一化が可能である。

【0031】また、この第4実施例では、流入部2と起電部流入部3との間に台形フィン群117を配置した場合について述べたが、第2実施例と同様に起電部流出部4と流出部5との間、あるいは、第3実施例と同様に流入部2と起電部流入部3との間および起電部流出部4と流出部5との間の双方に台形フィン群を配置してもよいのは前記の実施例と同様である。

(第1~第4実施例の付帯効果)上記の第1~第4のいずれの実施例においても、ガス流路に配置された台形フィンは、ガス流路の剛性を高めるとともに、流路の高さ寸法を精度よく保つことにも効果がある。また、台形フィンを触媒担体として用い、原料ガスを燃料ガスに改質する改質触媒をガス流入部2と起電部流入部3との間に配置する台形フィンに保持させることにより、起電部流入部3において完全に改質された燃料ガスを用いることのできる直接内部改質燃料電池が構成できる等、その作

用・効果は多岐にわたる。

〔変形例〕また、上記の各実施例においては、流路抵抗を変化させるために、台形フィンのガス流れに対する角度を変化させるように構成しているが、流路抵抗を変化させる方法としては、上記実施例に限定されるものではない。

〔0032〕例えば、図12に示すように流路中に、流路抵抗部材の他の例としての柱状の突起130を複数配置し、この配置密度（突起の単位面積当りの数あるいは大きさ、あるいは形状など）を変化させても同様の作用・効果を得ることができる。またこの柱状の突起の形状も、図12に示す円柱状の突起130に限定されことなく、角柱状その他の形状のものを適用することができる。

〔0033〕あるいは、図13に示すように第1～第4実施例で示した台形フィンの代わりに流路抵抗部材として、半矩形フィン131あるいは図14に示すように半円筒状フィン132等を配置しても同様の作用・効果を得ることができ、フィンの形状も本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

〔0034〕あるいは図示は省略するが流路の一部にフェルト状の部材を配置する等の方法によっても流路抵抗を変化させることができる。このフェルト状部材の一例としては、高温環境で耐腐食性にも優れている、例えばNiの繊維をフェルト状に形成したもの等が適用できる。なお、フェルト状部材についても種々の材質のものを適用できることは明白である。

〔0035〕またさらに、第1～第3実施例において台形フィン群がガスの流れ方向に対して3分割で配置されていたが、3分割に限定されることが無く、起電部流入口あるいは流出口においてガスの圧力がほぼ一定となるように配置されていれば分割の形態は限定されることはない。

〔第2の発明〕図15は、第2の発明の一実施例を示す台形フィンの配置図である。図16に示す従来例の燃料電池の起電部ガス流路には、集電板209、210として、図3に示す台形フィン31に相当する部材が配設されている。集電板についても、台形フィン配列とガス流れ方向との角度によって流路抵抗が異なるため、一般には起電部全域において、流路抵抗が最も小さくなるようにガス流れに対して0度の配列が用いられている。

〔0036〕この第2の発明においては、流路抵抗部材としての台形フィン群に相当する配列が、起電部流入部3の下流においてガス流れに対してほぼ60度の角度となるように設定された集電板124aからなる第1の領域と、ガス流れに対して0度の角度となるように設定された集電板124bから成る第2の領域とから集電板124を構成している。

〔0037〕つまり、起電部流入部3の下流の一部の領域を他の領域よりも流路抵抗を増加させている。この構

成によって、図中矢印123で示すガスの流れ方向に対して概ね垂直な方向において、流路抵抗が起電部流入部3における流量分布がほぼ均一となるように設定されていることになる。なお、ここでは、起電部流入部3の下流の一部の集電板124aの領域において台形フィンに相当する部材の配列を変化させているが、これに限定されるものではない。

〔0038〕つまり、上記第1の発明の第2実施例に相当するように起電部流出部4の上流に、あるいは、同じく第3実施例に相当するように起電部流入部3の下流と起電部流出部4の上流との双方に設けていても良く、またその他の部位、さらにはこれらの複数の部位において、集電板124に形成される抵抗部材の配列をガスの均一な流量分布を得るように変化させていても良い。

〔0039〕

〔発明の効果〕以上詳述したように、本発明によれば、単電池の起電部を流れるガスの流量はいずれの部位においてもほぼ均一化され、流量不均一による燃料電池の性能低下を生じることなく、高い性能を維持することができる。

〔図面の簡単な説明〕

〔図1〕 第1の発明の第1実施例のセパレータを示す斜視図。

〔図2〕 第1の発明の第1実施例の燃料電池を示す断面図。

〔図3〕 第1の発明の第1実施例に係わる台形フィンを拡大して示す要部拡大斜視図。

〔図4〕 第1の発明の第1実施例に係わる台形フィンの流路抵抗の特性を示す特性図。

〔図5〕 第1の発明の第1実施例に係わる台形フィンの配置の様子を示す配置図。

〔図6〕 第1の発明の第1実施例に係わるガス流路のガスの流れを示す等圧線図。

〔図7〕 従来例に係わるガス流路のガスの流れを示す等圧線図。

〔図8〕 第1の発明の第2実施例に係わる台形フィンの配置の様子を示す配置図。

〔図9〕 第1の発明の第3実施例に係わる台形フィンの配置の様子を示す配置図。

〔図10〕 第1の発明の第3実施例に係わるガス流路のガスの流れを示す等圧線図。

〔図11〕 第1の発明の第4実施例に係わる台形フィンの配置の様子を示す配置図。

〔図12〕 第1の発明の変形例に係わる流路抵抗部材の配置の様子を示す配置図。

〔図13〕 第1の発明の変形例に係わる流路抵抗部材の配置の様子を示す配置図。

〔図14〕 第1の発明の変形例に係わる流路抵抗部材の配置の様子を示す配置図。

〔図15〕 第2の発明に係わる流路抵抗部材の配置の

様子を示す配置図。

【図16】 従来例の燃料電池を示す分解斜視図。

【図17】 従来例の燃料電池を示す断面図。

【図18】 従来例の燃料電池のセパレータを示す斜視図。

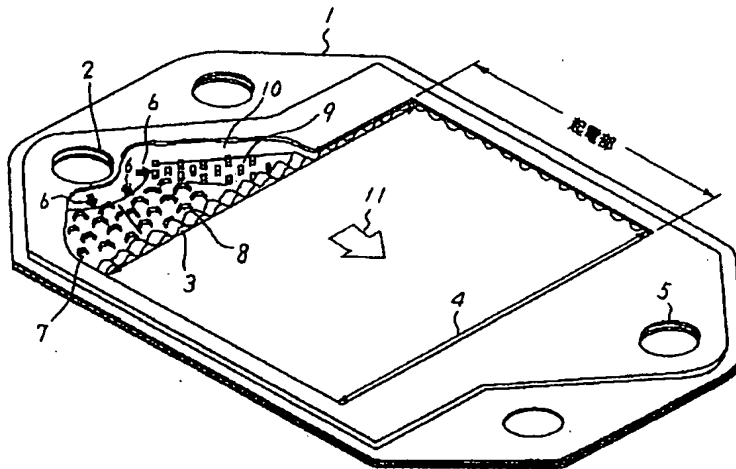
【符号の説明】

- 2 ガス流入部（ガス流入路）
- 3 起電部流入部（起電部のガス入口部分）
- 4 起電部流出部（起電部のガス出口部分）
- 5 ガス流出部（ガス流出路）
- 6 ガスの流れ方向
- 7 台形フィン群（流路抵抗部材）
- 8 台形フィン群（流路抵抗部材）
- 9 台形フィン群（流路抵抗部材）
- 10 ガス流路
- 11 ガスの流れ方向

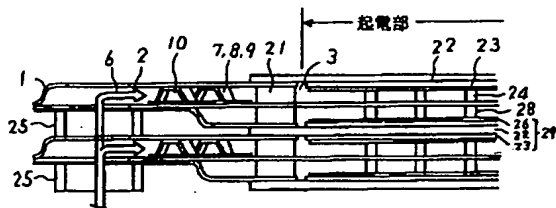
- \* 21 スプリング
- 22 電解質マトリックス
- 23 カソード
- 24 カソード集電板
- 26 アノード
- 28 アノード集電板
- 31 台形フィン（流路抵抗部材）
- 87 台形フィン群（流路抵抗部材）
- 88 台形フィン群（流路抵抗部材）
- 10 89 台形フィン群（流路抵抗部材）
- 117 台形フィン群（流路抵抗部材）
- 124 集電板
- 130 突起（流路抵抗部材）
- 131 半矩形状フィン（流路抵抗部材）
- 132 半円筒状フィン（流路抵抗部材）

\*

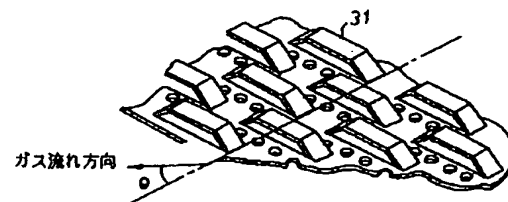
【図1】



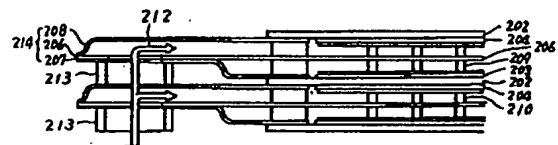
【図2】



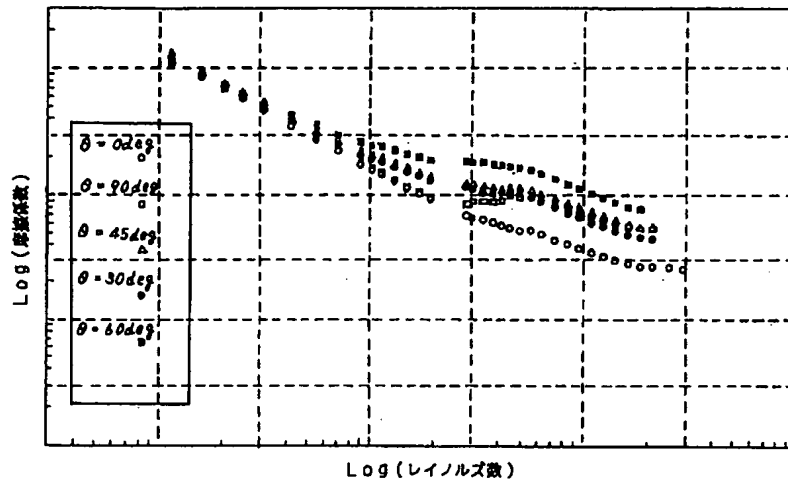
【図3】



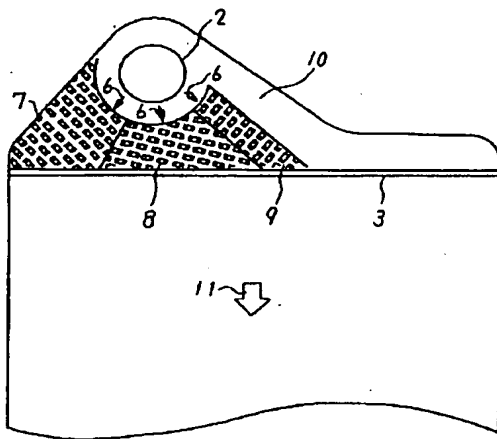
【図17】



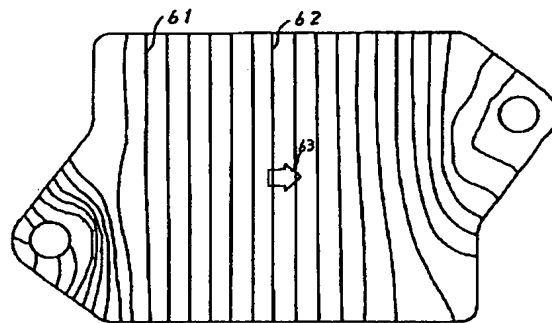
【図4】



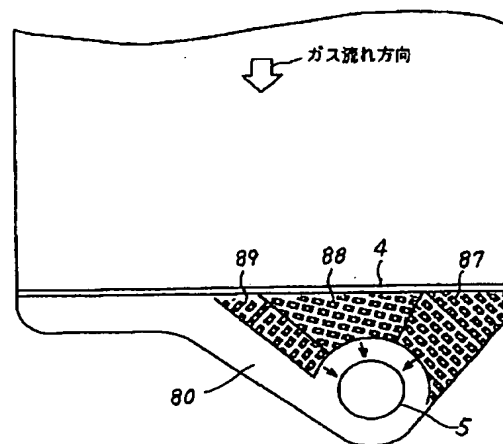
【図5】



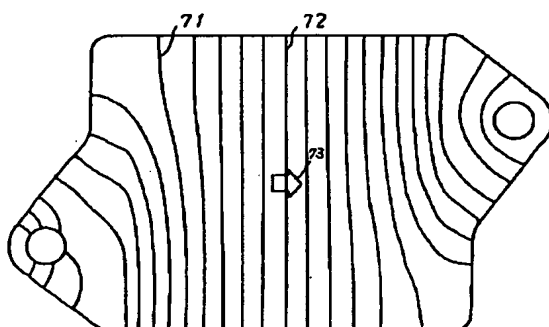
【図6】



【図8】

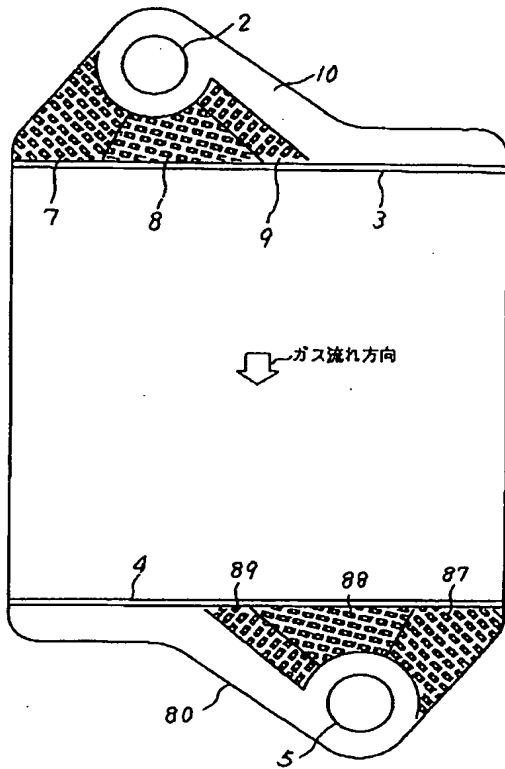


【図7】

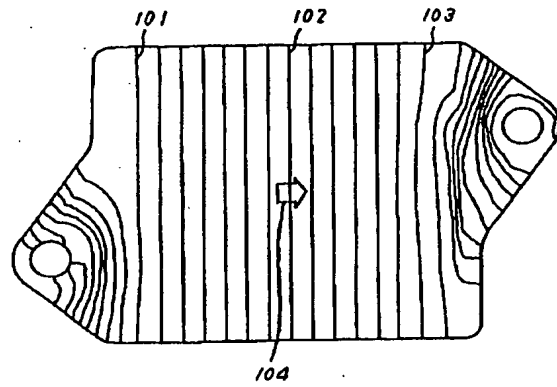




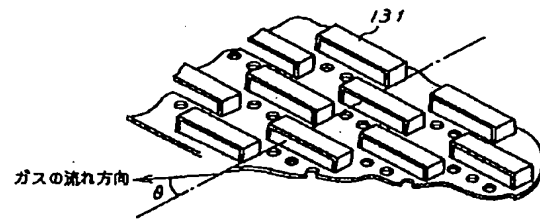
【図9】



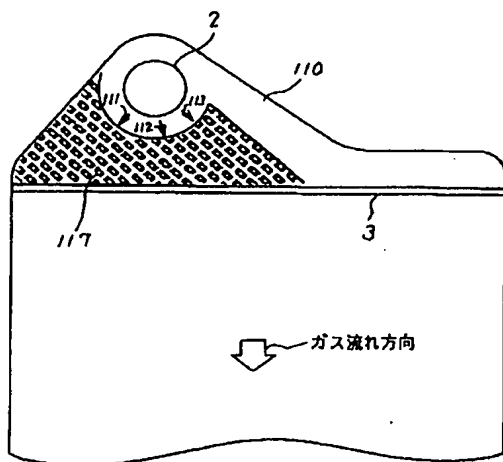
【図10】



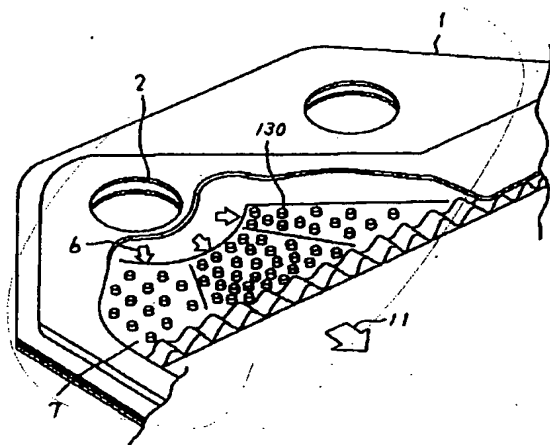
【図13】



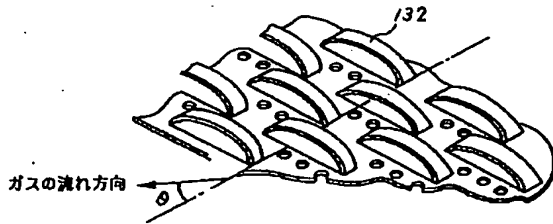
【図11】



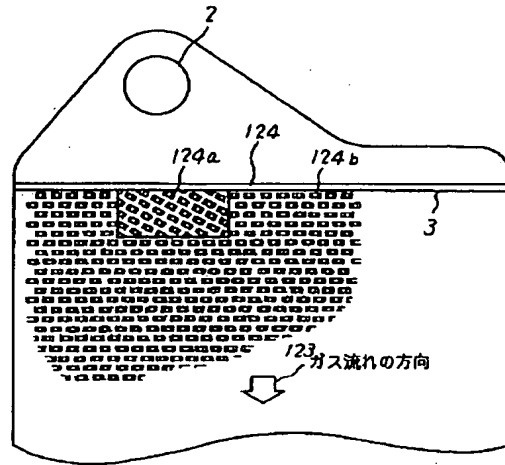
【図12】



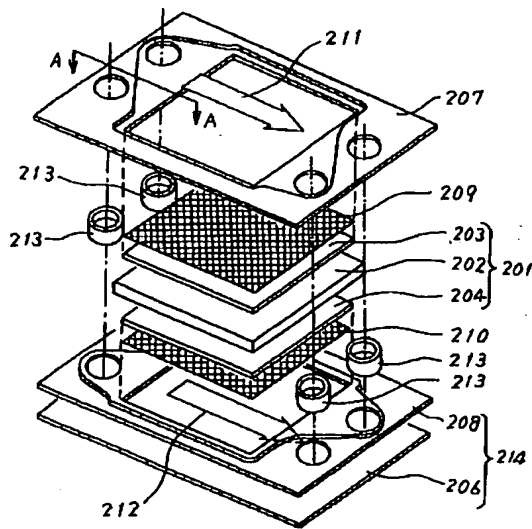
【図14】



【図15】



【図16】



【図18】

